근대 조적건축물에 이용된 점토벽돌의 소성온도 추정

The Estimation of Firing Temperature of Clay Brick used in Modern Architecture

권 은 희* **안 재 철**** **강 병 희***** **김 기 수******
Kwon, Eun-Hee Ahn, Jae-Cheol Kang, Byeung-Hee Kim, Ki-Soo

Abstract

The purpose of this study is to suggest basic data which is firing technique at manufacturing time for preservation and rehabilitation of masonry modern architecture by assumed firing-temperature. It could be possible to estimate firing-temperature at manufacturing time through the result of the experiments, XRD and changed absorbing ratio from re-firing.

키 워 드 : 근대 조적조 건축, 점토벽돌, 흡수율, XRD, 소성온도
Keywords : Modern Maisonry Architecture, Clay Brick, Absorbing Ratio, X-ray Diffraction, Firing Temperature

1. 서 론

최근 근대 건축물의 재생 및 활용을 위한 사업이 활발히 이루어지고 있으며, 이를 통한 유지관리 사례가 증가하고 있다. 그러나, 근대에 사용된 건축재료에 대한 과학적 분석과 연구의 부족에 의해 보수 및 보존 후 의장, 역학적 측면에서 많은 문제의 사례가 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 근대 건축물에 이용된 점토벽돌을 대상으로 세라믹재료의 물성을 결정하는 가장 중요한 인자인 소성온도 추정을 통해 당시 소성기술을 과학적으로 평가하고자 한다.

2. 실험개요

본 연구에서는 근대 조적건축물 벽돌 4종(1909년 1종, 1937년 3종)과 현대벽돌 1종(2010년)을 이용하였다.

1937년도에 건축된 벽돌은 건축당시의 벽돌 1종과 보수시기에 따라 적용된 벽돌 2종을 3종(A, B, C)으로 분류하였다. 실험은 세라믹재료의 소성온도에 따른 내부 공극구조 및 흡수율의 변화 특성을 토대로 한 재소성에 따른 흡수율 분석과 XRD 분석을 통하여 근대 점토벽돌의 시대에 따른 소성온도를 추정하고자 하였다.

* 동아대학교 건축공학과 석사과정
** 상지건축부설연구소 선임연구원, 공학박사, 교신저자 (jcan222@nate.com)
*** 동아대학교 건축공학과 교수, 공학박사
**** 동아대학교 건축학과 교수, 건축학박사
이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0010714)

표 1. 온도별 생성물질과 파괴물질

소성온도	생성물질
500~600	메타카올린 ($Al_2O_32SiO_2$)
850	스피넬 ($2Al_2O_3 \cdot SiO_2$)
980	뮬라이트 ($Al_2O_32SiO_2$)
1100	안정된뮬라이트 ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)

소성온도	파괴물질
800~900	녹니석 ($(Mg,Fe,Al)_6(SiAl)4O10(OH)_8$)
900	운모 ($K(Mg,Fe)8AlSi_3\ O10(OH,F)_3$)
900	사장석 ($NaAlSi3O_8-CaAl2Si2O_8$)
1200	정장석 ($KAlSi3O_8$)

표 2. 사용재료

SYMBOL	건립연도	용 도	비 고
1909CC	1909	교 회	문화시설로 이용
1937NW	1937	창 고	기철거(벽돌 3종)
2010SB	2010	-	S사 구조용 벽돌

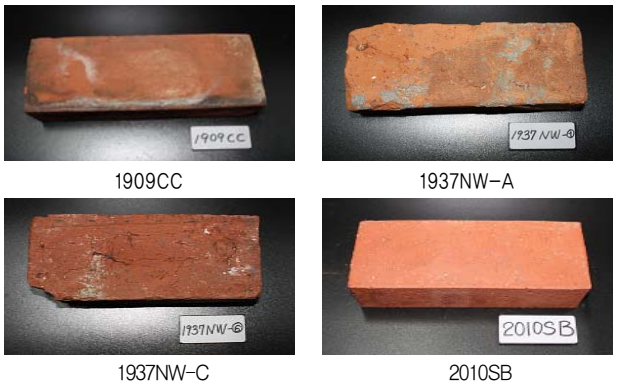

그림 1. 근현대벽돌의 외형 및 색상

3. 실험 결과 및 분석

3.1 재소성에 따른 흡수율 변화

재소성을 통한 흡수율의 변화가 나타난 소성온도는 그림 2와 같이 1937NW-A→1909CC, 1937NW-B→1937NW-C→2010SB 의 순으로 온도가 증가하는 것으로 나타났다. 대체로 시대의 흐름에 따라 소성온도는 점점 증가하고 있으나 강원도의 교회건물인 1909CC가 부산의 창고건물인 1937NW-A보다 높은 소성온도를 갖는 것은 지역성에 따른 소성기술의 전파속도 차이와 건물용도에 의한 차이로 생각된다.

재소성후 다른 벽돌에 비하여 1909CC의 흡수율 변화가 상대적으로 큰 것을 확인할 수 있는데, 이는 1909CC의 경우 제조당시 소성공정상 터짐 및 균열 등이 확인되지 않는 균질한 상태였고, 이로 인해 순수하게 미세공극의 수축에 의한 흡수율의 변화였으므로 그 효과가 급격하게 일어난 것으로 생각된다. 반면, 1937NW의 경우 외관에서 나타나는 바와 같이 제조공정상에 발생한 다수의 터짐현상과 균열이 발견되었고 이는 재소성에 의한 수축 등이 없기 때문에 흡수율의 변화가 다소 완만한 것으로 추정된다.

실제로 2010SB의 경우 1240℃에서 소성되었다는 것을 확인할 수 있었고 추정소성온도와 비교해 보았을 때 이번 실험에서의 흡수율의 변화에 따른 추정 소성온도는 높은 정확성과 신뢰성을 가진다고 생각된다.

3.2 XRD분석

표 3에서 보는 것과 같이 X선 회절분석을 통해 확인된 파괴물질 및 생성물질에 따른 추정 소성온도는 재소성에 따른 흡수율의 차이를 통한 추정 소성온도는 다소 차이가 있었지만 그림 3과 같이 당시 소성기술의 진보에 대한 흐름은 유사한 패턴으로 나타났다.

이는 벽돌 전체에 도달하는 소성온도는 표면에서부터 내부까지 서로 차이가 있으며 이러한 이유로 샘플을 발췌하는 부위에 따라 결과가 달라 질 수 있다. 또한 벽돌자체의 소성온도와 가마의 소성온도에는 차이가 있기 때문에 발생한 오차로 생각된다. 따라서 기존에 사용되었던 정성적 분석의 X선 회절분석에 의한 추정소성온도보다 벽돌자체의 재소성에 따른 흡수율의 차이를 통해 시행한 추정소성온도가 정확성에 있어 보다 효과적인 것으로 판단된다.

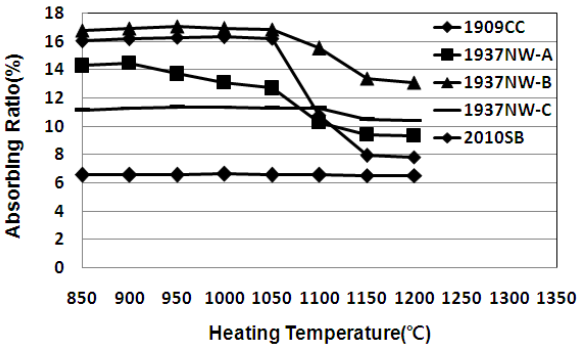

그림 2. 재소성에 따른 흡수율 변화

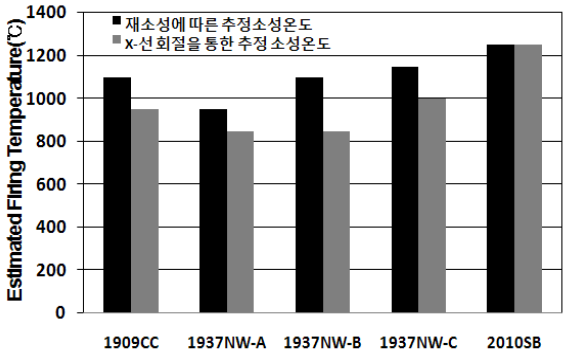

그림 3. 흡수율과 XRD로 추정한 소성온도

4. 결 론

근대 조적조 건축물의 과학적인 보존 및 재생을 위하여 본 연구에서는 당시 사용되었던 점토벽돌을 대상으로 소성온도를 추정하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 소성기술은 대체로 시대의 흐름에 따라 개선되고 있었으나, 제조지역에 따른 기술 전파의 속도와 건물의 용도에 따라 차이를 나타내고 있었다.
2) X선 회절 분석은 정성적인 분석으로써 대략적으로 당시의 소성온도를 추정하는 것은 가능하나 변태단계의 물질의 경

표 3. X-선 회절분석 결과와 구성 광물상으로 추정한 소성온도

	녹니석	운모	적철석	스피넬	뮬라이트	정장석	사장석	추정 소성온도
1909CC	-	O	O	-	-	O	-	900~1000℃
1937NW-A	-	O	-	-	-	O	O	800~900℃
1937NW-B	-	O	-	-	-	O	O	800~900℃
1937NW-C	-	-	-	-	-	O	-	1000℃
2010SB	-	-	-	-	O	O	-	1100℃이상

표 4. 1050℃로 재소성한 벽돌의 X-선 회절분석 결과

녹니석	운모	적철석	스피넬	뮬라이트	정장석	사장석
-	-	O	-	O	O	-
-	-	-	-	O	O	-
-	-	O	-	O	O	-
-	-	O	-	O	O	-
-	-	-	O	O	O	-

우 정량적 분석 측면에서 어려운 측면이 있었다. 보다 정확한 소성온도 추정을 위해서는 재소성에 따른 흡수율의 변화를 함께 병행하는 것이 적절하다.

참 고 문 헌

1. 손영수 외, 근대 조적건축물에 이용된 점토벽돌의 물성에 관한 연구, 대한건축학회지회연합회 학술발표대회논문집, 2010